

Characteristics of whole buckwheat by wet grinding over time

Yong-Jun Jo¹, Ji-Hyung Seo², Yong-Jin Jeong^{3*}

¹Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University and KMF Co., Ltd., Daegu 704-701, Korea

²Division of Food, Beverage and Culinary Art, Yeungnam College of Science and Technology, Daegu 705-703, Korea

³Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

습식분쇄 시간에 따른 통메밀 분말의 품질특성

조용준¹ · 서지형² · 정용진^{3*}

¹경북대학교 식품공학과 및 (주)케이엠에프, ²영남이공대학 식음료조리계열,
³계명대학교 식품가공학과

Abstract

This study was conducted to that investigate the quality characteristics of wet-ground whole-grain buckwheat powder for the buckwheat husk. The particle size of buckwheat rice was 74.84 μm , which was approximately four to five times larger than wet-ground whole buckwheat by wet grinding. The particle size showed that there was no significant difference after 90 min on wet grinding. The total phenolics and total flavonoids contents of the whole buckwheat powder were higher than those of buckwheat rice, and they gradually increased wet grinding progressed. The rutin contents of the buckwheat increased after wet grinding and was 152.90 ppm at 90 min. There was no significant difference in the quercetin contents after wet grinding at different times. The mineral contents (Ca, K and Mg) of the whole buckwheat powder were greater than those of the buckwheat rice. Further, Zn and Mn were detected in the whole buckwheat powder. The total amino acid content of the whole buckwheat powder increased to 22.27 mg%, and the important glutamic acid increased from 14.58 to 30.45 mg%. These study results were based on 90 min wet-grinding time for whole-buckwheat-powder manufacture. Whole buckwheat powder manufactured through wet grinding can be used as an active ingredient of buckwheat husk.

Key words : buckwheat, whole buckwheat powder, wet grinding, rutin

서 론

메밀은 쌍자엽 식물의 마디풀과에 속하는 일년초로서 사면체의 열매를 가지고 있으며 분류학상으로 곡류와 구분되지만 그 낱알의 조성은 곡류와 비슷하여 일반적으로 잡곡의 범위에 포함된다(1). 고지대의 서늘한 기후와 척박한 땅에서 단기간 생육하는 작물로 평야지대에서 이모작의 전, 후작물로 재배되고 있으며 우리나라에서 메밀은 대중적 기호 식품으로 이용되었으며 메밀 잎의 경우 약용으로 오래 동안 재배되어 왔다(1,2). 메밀은 쌀에서 부족한 비타민 B₁, B₂와 철분이 들어있으며(3) 탈피한 메밀에는 약 15%의 단백질이 함유되어 있고 특히 lysine이 풍부하게 함유되

어 있다(4). 또한 미네랄과 rutin 등의 폴리페놀 성분이 풍부하여 많은 기능적 특성을 가지고 있다(5). 이 중 메밀의 대표적 기능성 성분인 rutin은 강력한 항산화력과 삼투압 조절능력을 통해 항염, 항암, 항혈전 및 세포보호 등 다양한 효능이 보고되고 있으며(6) 또한 당뇨병에 도움을 주는 건강식품으로 알려져 있다(7).

일반적으로 메밀은 분쇄하여 껍질은 제거한 뒤 동부 유럽에서는 죽과 수프의 재료로 북미에서는 밀가루, 옥수수가루, 쌀가루 및 팽창제와 혼합하여 pancake mix로서 주로 시판된다(8,9). 또한 빵, 국수, 스과게티 및 마카로니의 제조를 위하여 밀가루와 혼합되어 사용된다(10,11). 우리나라에서는 주로 메밀피를 제거한 형태인 메밀쌀을 이용하여 국수 등의 제품가공을 위한 제면에 일부 활용되고 있다(12). 우리나라의 메밀 생산량은 매년 약 2 만톤 이상 생산되는 것으로

*Corresponding author. E-mail : yjjeong@kmu.ac.kr
Phone : 82-53-580-5557, Fax : 82-53-580-6477

추정되나 가공식품 또는 그 소재로 활용은 많지 않은 편이며 메밀쌀을 가공한 뒤 남은 메밀껍질은 전통적인 베게속으로 활용되어지고 있어 산업적 활용방안에 관한 연구가 요망된다. 현재 메밀에 관한 연구로는 메밀의 항산화(13), 메밀의 rutin 추출(14) 및 기능적 특성(15) 등 메밀의 기능성 연구가 활발히 진행되고 있으나 메밀껍질의 활용에 관한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 메밀껍질에 함유된 다양한 성분을 활용하고자 통메밀 분말 제조 중 습식분쇄 시간에 따른 품질특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 메밀은 경상북도 봉화군에서 2011년에 수확된 것을 구입하여 사용하였다. 메밀 가수분해에 사용된 효소제는 α -amylase(14,500 unit/g, Daiwa Kasei, Osaka, Japan)를 이용하였다. Rutin, quercetin, 페놀 및 플라보노이드 분석에 사용된 표준품은 Sigma사(St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였으며 그 외의 분석시약은 특급시약을 사용하였다.

메밀의 가수분해 조건

메밀을 정제수에 3회 세척한 후 150%(v/w)의 물을 가하여 압력솥(SJ-IA1030, Samsung, Seoul, Korea)을 이용하여 약 30분간 증가하였다. 이후 효소처리를 위하여 200%(v/w)의 물을 가수하여 분쇄한 뒤 α -amylase를 0.04%(v/w) 첨가하여 shaking water bath(HB205SWM, Hanbeak Scientific Co., Bucheon, Korea)에서 95°C, 1시간동안 효소처리하였다. 이후 가수분해된 메밀을 습식분쇄기를 이용하여 분쇄 시간에 따른 특성을 비교하였다.

습식분쇄 분말 제조

효소처리된 메밀을 습식분쇄기(LSI, NETZSCH, Selb Bavaria, Germany)를 이용하여 bead size 0.4 mm, rotor speed 3,000 rpm의 조건으로 분쇄하였다. 습식분쇄시간 10, 30, 60, 90 및 120분 동안 분쇄된 시료를 동결건조기(PVTFD20R, Ilshinbio, Yangju, Korea)를 이용하여 72시간 동안 건조한 분말을 시료로 활용하였다. 대조구는 메밀을 분쇄한 뒤 100 mesh체에 내려 탈피한 메밀쌀을 이용하였다.

색도 및 입도분석

통메밀 분말 및 메밀쌀의 색도는 색차계(CR-10, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하였으며 명도(L), 적색도(a) 황색도(b)값을 측정하여 Hunter's color value로 나타내었다. 입도 분석은 통메밀 분말 및 메밀쌀에 증류수를 가하여 5%(w/v)

의 농도로 분산하여 입도분석기(LS 13320C, Beckman Coulter, Inc., Fullerton, CA, USA)를 이용하여 입도분석하였다.

총 페놀성 화합물 및 총 플라보노이드 함량

총 페놀성 화합물 및 총 플라보노이드 함량 분석을 위하여 통메밀 분말 및 메밀쌀 각 1 g에 methanol을 20 mL 첨가한 뒤 80°C에서 1시간 환류추출하여 전처리하였다. 총 페놀성 화합물 함량은 Folin-Denis법(16)에 따라 시료 2 mL에 50% phenol reagent(Folin-Ciocalteu's reagent) 2 mL를 가하여 혼합하고 3분 동안 반응시켰다. 이후 10% Na₂CO₃ 2 mL를 첨가해 진탕한 다음 실온에서 1시간 방치한 후 UV-visible spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준물질은 tannic acid을 이용하였다. 총 플라보노이드 함량은 Baek 등(17)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 전처리 시료 1 mL에 90% diethylene glycol 10 mL를 넣고 혼합한 후 1 N NaOH용액을 0.75 mL 첨가한 다음, 30°C 항온수조에서 30분 동안 반응하여 UV-visible spectrophotometer를 이용 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준물질은 rutin을 이용하였다.

Rutin 및 quercetin 함량

Rutin 및 quercetin 함량 분석을 위하여 시료를 총 페놀성 화합물 및 총 플라보노이드 함량 분석과 동일한 조건으로 전처리하였다. 이후 시료를 0.45 μ m membrane filter(pore size 0.45 μ m, Advantec MFS, Tokyo, Japan)로 여과하여 HPLC(Waters 1515, Waters Co., Milford, MA, USA)로 분석하였다. 분석 column은 Symmetry C₁₈ Column(3.9×150 mm, Waters Co.)를 이용하였으며 mobile phase는 2.5% acetic acid와 methanol 및 acetonitrile을 40:5:10의 비율로 혼합하여 사용하였고 flow rate는 0.8 mL/min, injection volume은 20 μ L였다. Detector는 UV(Waters 2487, Waters Co.)를 사용하여 350 nm에서 분석하였다.

무기질 및 유리아미노산 함량

통메밀 분말 및 메밀쌀의 무기질 함량은 Kim 등(18)의 방법으로 측정하였다. 즉, 일정량의 시료를 취하여 microwave digestion system(Ethos1, Milestone, Milan, Italy)에 넣은 뒤 염산을 가하여 microwave로 산분해하였다. 이후 산분해된 시료를 10배 희석한 뒤 ICP-AES(JY 38 PLUS, Jobin Yvon, Longjumeau, France)로 분석하였다. 분석에서 유속은 plasma 12 L/min, nebulizer 0.8 L/min(3.2 bar), carrier 은 0.2 L/min으로 설정하였다. 유리아미노산 함량은 각 시료 5 g을 10배(v/w)의 증류수와 함께 마쇄한 후 4°C, 8,000 rpm에서 20분 동안 원심분리(Supra-21K, Hanil, Seoul, Korea)하여 상등액을 50 mL로 정용하였고, 이를 0.45 μ m

membrane filter(Millipore, Billerica, MA, USA)로 여과하였다. 이 후 amino acid analyzer(L-8800, Hitachi, Tokyo, Japan)로 분석하였다. Buffer change는 5 citrate lithium citrate buffer+hydroxide solution이었으며 buffer flow는 0.35 mL/min, Ninhydrin flow rate는 0.3 mL/min이었다. Detector의 파장은 hydroxyl proline과 proline의 경우 440 nm, 이를 제외한 나머지 아미노산의 경우 570 nm에서 측정하였다 (19).

통계처리

메밀쌀 및 통메밀 분말의 입도, 색도 및 총 페놀성 화합물, 총 플라보노이드 함량, rutin, quercetin 및 무기질 함량은 실험 군당 3회 반복하여 평균값과 표준편차로 나타내었으며 유리아미노산 함량은 1회 분석하여 나타내었다.

결과 및 고찰

습식분쇄 시간에 따른 색도 및 입도

습식분쇄 시간에 따른 통메밀 분말 및 메밀쌀의 색도를 비교 분석한 결과 Table 1과 같다. 메밀쌀의 경우 L값 82.6, a값 -5.0 및 b값 12.7로 나타나 Kim 등(20)의 연구에서 사용한 일반 메밀 및 쓴메밀과 유사하게 나타났다. 습식분쇄에 따른 통메밀과 메밀쌀의 색도는 L값의 경우 메밀쌀에 비하여 통메밀 분말이 약 20가량 감소하는 경향으로 나왔으며 습식분쇄 시간에 따른 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. a값 및 b값의 경우 메밀쌀에 비하여 통메밀 분말에서 약간 높았으나 L값과 비슷하게 습식분쇄 시간에 따른 차이는 없었다. 일반 메밀에 비하여 rutin 등의 플라보노이드의 색소의 함량이 높은 쓴메밀의 경우 L값은 약간 낮은 경향이고 b값은 높은 경향이다(20). 따라서 본 연구에서 메밀겉질이 함유된 통메밀 분말은 메밀쌀에 비하여 플라보노이드의 함량이 많은 것으로 여겨진다.

입도 분석결과 Table 2와 같다. 대조구인 메밀쌀의 평균

입자크기는 74.84 μm로 습식분쇄한 통메밀 분말에 비하여 약 4배에서 5배 이상 큰 것으로 나타났다. 습식분쇄 시간에 따른 통메밀 분말의 입자크기는 약간 감소하는 경향이었으며 습식분쇄 120분에서 10.60 μm로 나타났다. Cho 등(21)의 연구에서 메밀전분의 평균 입자크기는 17.04 μm로 본 연구의 통메밀 분말과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 메밀쌀 및 통메밀 분말의 중심입경 분석결과 평균 입자와 비슷하게 메밀쌀이 습식분쇄 된 통메밀 분말에 비하여 매우 높은 경향이었으며 습식분쇄 시간이 길어질수록 약간 감소하였으나 분쇄시간 90분 이후로는 차이가 없었다. 입자크기 하위 10% 및 상위 90%의 평균 입자크기도 메밀쌀에 비하여 통메밀 분말이 매우 작은 것으로 나타났으며 특히 90% 이상의 입자크기는 메밀쌀에 비하여 통메밀 분말이 약 100 μm이상 작은 것으로 나타났다. 습식분쇄 시간에 따라서 모든 입자크기는 약간 감소하는 경향으로 나타났으나 습식분쇄 90분 이후로 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 식품 원료의 입자크기는 미세할수록 반응 표면적이 커져 수분을 더 빠르게 흡수하여 점도가 상승하여 호화를 촉진시켜 소화력을 높일 뿐만 아니라 전분의 amylose 함량의 감소로 인한 환원당 함량 증가로 인하여 관능적 특성이 개선될 수 있다 (22). 따라서 통메밀 분말의 제조를 위한 습식분쇄 시간은 90분이 적절한 것으로 판단된다.

Table 2. Particle size of whole buckwheat powder by wet grinding time

	Particle size (μm)			
	<10%	Mean	Median	<90%
Control	5.83	74.84	77.01	136.20
10 ¹⁾	1.46	17.30	13.68	37.13
30	1.47	16.92	12.78	35.50
60	1.11	15.06	10.59	33.03
90	0.87	11.66	7.274	26.23
120	0.76	10.60	7.253	24.13

¹⁾Wet grinding time (min).

Table 1. Hunter's color value of whole buckwheat powder by wet grinding time

	Hunter's color value		
	L	a	b
Control	82.6±0.5 ¹⁾	-5.0±0.0	12.7±0.1
10 ²⁾	63.2±0.1	0.5±0.1	16.8±0.1
30	62.5±0.3	0.5±0.0	16.7±0.1
60	62.5±0.1	0.2±0.1	15.7±0.1
90	62.7±1.3	0.3±0.2	15.2±0.2
120	61.5±0.4	0.3±0.1	15.6±0.2

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Wet grinding time (min).

습식분쇄 시간에 따른 총 페놀성 화합물 및 총 플라보노이드 함량

습식분쇄 시간에 따른 통메밀 분말 및 메밀쌀의 총 페놀성 화합물 및 총 플라보노이드 함량 분석 결과 Fig. 1과 같다. 통메밀 분말은 메밀쌀의 페놀성 화합물 함량 174.60 mg% 및 총 플라보노이드 함량 83.11 mg%에 비하여 모두 증가하였다. 습식시간에 따른 통메밀의 총 페놀성 화합물 함량은 분쇄 시간이 증가함에 따라 조금씩 증가하는 경향으로 나타나 분쇄시간 120분 통메밀 분말에서 대조구에 비하여 62.00 mg%증가하였다. 총 플라보노이드 함량의 경우 총 페놀성 화합물 함량에 비하여 분쇄 시간에 따라 함량이 더욱 높게 증가하였으며 대조구에 비하여 분쇄시간 120분

에서 약 2.16배 증가하는 것으로 나타났다. 이상의 결과 메밀쌀에 비하여 메밀껍질이 함유된 통메밀 분말의 총 페놀성 화합물 및 총 플라보노이드 함량이 높은 것으로 여겨진다. 또한 습식분쇄가 진행될수록 통메밀 분말 내 메밀껍질의 함량이 증가하면서 페놀성 화합물 및 플라보노이드의 함량이 높아지는 것으로 판단된다. Park 등(5)의 연구에서 단메밀에서 메밀껍질이 메밀쌀에 비하여 플라보노이드 등의 함량이 높다고 보고하여 껍질이 함유된 통메밀 분말의 플라보노이드 함량과 유사한 경향이었으나 총 페놀 화합물의 경우 메밀 종자에서 약간 높은 경향으로 보고하여 본 결과와 상이하게 나타났다.

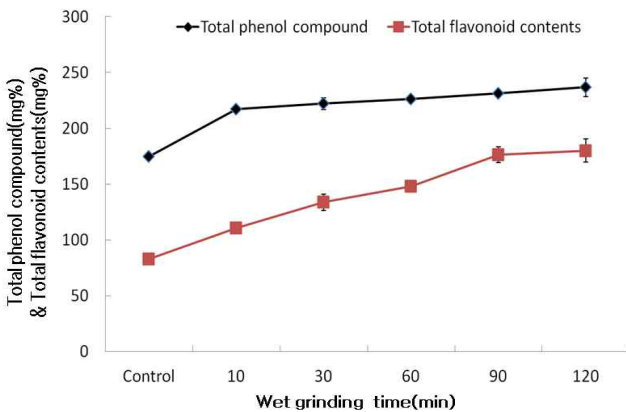


Fig. 1. Total phenol compound and total flavonoid contents of whole buckwheat powder by wet grinding time.

Values are mean±SD (n=3).

습식분쇄 시간에 따른 rutin 및 quercetin 함량

습식분쇄 시간에 따른 통메밀 분말 및 메밀쌀의 rutin 및 quercetin의 함량은 Fig. 2와 같다. Rutin함량의 경우 대조구인 메밀쌀 44.10 ppm에 비하여 습식분쇄 10분 약 2배 증가한 뒤 습식분쇄 90분 152.90 ppm까지 증가하여 이후에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. Quercetin함량은 대조구 14.80 ppm에 비하여 습식 10분 19.34 ppm으로 약간 증가

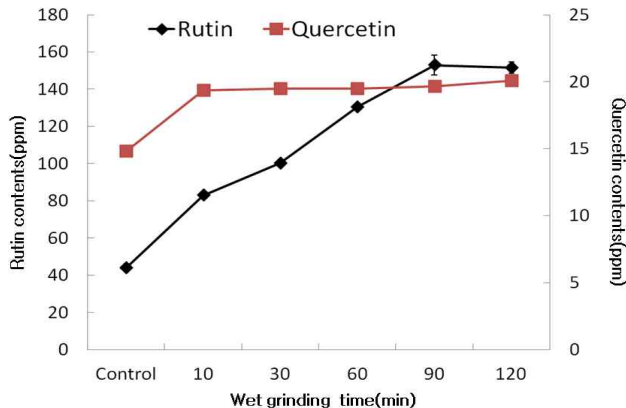


Fig. 2. Rutin and quercetin contents of whole buckwheat powder by wet grinding time.

Values are mean±SD (n=3).

한 뒤 습식 시간에 따른 큰 함량 변화가 없는 것으로 나타났다. 이상의 결과 rutin 함량이 높은 통메밀 분말 제조를 위한 습식분쇄 시간은 90분이 적절한 것으로 판단된다. Maeng 등(12)의 연구에서 메밀쌀에 비하여 메밀껍질의 rutin함량이 품종에 따른 차이는 있으나 약 2~9배 매우 높게 나타났다. 따라서 습식분쇄 과정에서 플라보노이드 성분을 다량 함유한 메밀껍질이 포함된 통메밀 분말의 rutin 및 quercetin의 함량이 높은 것이라 여겨진다.

습식분쇄 시간에 따른 무기질 함량

습식분쇄 시간에 따른 통메밀 분말 및 메밀쌀의 무기질 함량 분석 결과 Table 3과 같다. 대조구인 메밀쌀에 비하여 통메밀 분말의 모든 무기질 함량이 증가하는 경향으로 나타났다. Ca의 경우 대조구에 비하여 습식분쇄 10분에서 312.74 ppm증가하였으며 분쇄가 진행될수록 함량이 조금씩 증가하였다. K 및 Mg의 경우 대조구에 비하여 습식분쇄 10분에서 함량이 각각 2.8배 및 3.2배로 매우 높게 증가하였으며 Ca와 마찬가지로 분쇄가 진행될수록 함량이 증가하였으나 분쇄 60분 이후 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. Zn 및 Mn의 경우 대조구인 메밀쌀에서 검출되지 않았으나 습식분쇄 10분에서 각각 30.87 및 34.40 ppm으로 나타났으며 분쇄가 진행될수록 약간 상승하는 경향이였다. 이는 메밀쌀에 함유되지 않은 Zn 및 Mn 등이 메밀껍질이 첨가되면서 검출되는 것이라 판단된다. Fe의 경우 대조구 43.62 ppm에 비하여 습식분쇄 10분 98.46 ppm으로 증가한 뒤 분쇄가 진행될수록 함량이 증가하였으나 90분 이후로는 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 통메밀 분말 제조를 위한 습식분쇄 시간은 90분이 무기질 함량에 가장 적합한 것으로 생각된다. 통메밀 분말 및 메밀쌀 모두 Shim 등(23)의 연구에서 사용된 메밀의 무기질 조성과 약간 다른 경향으로 나타났는데 이는 품종 및 지역적 차이에 의한 것이라 여겨진다. Lee 등(1)은 메밀의 종피에 Ca, Fe, Mn 및 Zn의 무기질 함량이 많은 것으로 보고하여 본 연구결과 껍질이 제거된 메밀쌀에 비하여 통메밀 분말의 무기질 함량이 높은 것이라 생각된다.

유리아미노산 함량

입자크기, rutin 및 Fe 등 무기질 함량 등을 고려하여 습식분쇄 90분 처리하여 제조한 통메밀 분말(A)과 메밀쌀(B)의 유리아미노산 함량 분석 결과 Table 4와 같다. 비필수 아미노산의 함량은 (B)에 비하여 (A)에서 33.27 mg%증가하였으나 필수아미노산의 함량은 10.33 mg%감소하는 것으로 나타났다. 필수 아미노산 성분 중 methionine 및 isoleucine은 (A)에서 검출되지 않는 것으로 나타났으며 valine 및 lysine은 약간 감소하는 것으로 나타났다. (A)는 (B)에 비하여 비 필수 아미노산 성분 중 glutamic acid는 14.58 mg%에서 30.45 mg%로 두 배 이상 증가하였으며 aspartic acid

Table 3. Mineral contents of whole buckwheat powder by wet grinding time

	Minerals (ppm)					
	Ca	K	Mg	Zn	Mn	Fe
Control	630.18±17.24 ¹⁾	1471.31±4.66	774.54±5.03	ND ²⁾	N.D.	43.62±0.20
10 ³⁾	942.92±4.48	4180.03±107.01	2498.84±40.83	30.87±0.40	34.40±0.54	98.46±5.84
30	975.86±16.49	4483.95±107.81	2629.42±31.75	33.32±0.48	35.02±0.65	110.96±5.08
60	1016.06±18.96	4621.22±53.08	2647.78±7.34	33.09±0.34	35.18±0.37	178.60±1.50
90	1046.68±16.66	4674.59±105.69	2667.16±51.27	35.19±0.87	36.56±0.12	203.72±4.49
120	1071.24±17.21	4663.91±21.05	2676.75±63.04	35.80±0.27	39.12±0.31	191.10±1.50

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Not detected.

³⁾Wet grinding time (min).

Table 4. Free amino acid contents of dehulled buckwheat and whole buckwheat powder

	(mg%)		
	A ¹⁾	B	
Essential amino acid	Threonine	4.53	2.84
	Valine	11.10	16.18
	Methionine	ND ¹⁾	0.83
	Isoleucine	ND	4.61
	Leucine	3.35	3.84
	Phenylalanine	1.11	1.27
	Lysine	1.52	2.37
	Tryptophan	ND	ND
Total essential amino acid	21.60	31.93	
Nonessential amino acid	Aspartic acid	11.90	6.39
	Serine	4.46	2.96
	Glutamic acid	30.45	14.58
	Glycine	3.55	2.55
	Alanine	6.19	3.31
	Cysthine	ND	ND
	Tyrosine	1.76	1.92
	Histidine	0.80	0.75
	Arginine	13.94	7.30
	Proline	ND	ND
Total nonessential amino acid	73.04	39.77	
Total amino acid	94.46	71.69	

¹⁾A: whole buckwheat powder, B: dehulled buckwheat powder.

²⁾Not detected.

및 arginine의 함량이 각각 5.51 mg% 및 6.64 mg% 증가하였다. Shim 등(23)은 메밀의 주요 아미노산은 glutamin acid > arginine = aspartic acid 등을 보고하여 본 결과와 유사한 경향으로 나타났으나 함량에는 차이를 보였는데 이는 품종 및 재배지역 등의 원인이라 여겨진다. 이상의 결과 통메밀

분말의 제조를 위한 습식분쇄 90분이 적절한 것으로 판단되며 통메밀 분말의 경우 껍질의 rutin, quercetin, 무기질 및 유리아미노산 등의 기능성 성분의 활용이 가능하며 식감 개선이 가능한 것으로 나타나 향후 다양한 가공식품의 소재로 활용이 기대된다.

요 약

본 연구에서는 활용도가 낮은 메밀껍질을 활용하고자 효소처리 및 습식분쇄에 따른 통메밀 분말의 품질특성을 조사하였다. 습식 분쇄 통메밀 분말의 입도 분석 결과 메밀 쌀의 평균 입자크기는 74.84 μm로 통메밀 분말에 비하여 약 4~5배가량 큰 것으로 나타났으며 습식분쇄 90분 이후에 큰 차이가 없었다. 총 페놀성 화합물 및 총 플라보노이드 함량의 경우 메밀쌀에 비하여 통메밀 분말에서 모두 증가하였으며 분쇄가 진행될수록 조금씩 상승하였다. Rutin 함량 조사결과 메밀쌀 44.10 ppm에 습식분쇄가 진행될수록 함량이 상승하여 습식분쇄 90분에서 152.90 ppm까지 증가한 뒤 이후로는 큰 변화가 없었다. Quercetin의 경우 습식분쇄 시간에 따른 큰 함량변화는 없는 것으로 나타났다. 무기질 함량 조사결과 메밀쌀에 비하여 통메밀 분말에서 Ca, K 및 Mg의 함량이 높게 증가하였으며 Zn 및 Mn이 통메밀 분말에서 검출되었다. 유리아미노산은 통메밀 분말에서 총 유리아미노산 함량이 22.27 mg%로 증가하는 것으로 나타났으며 특히 glutamic acid는 14.58 mg%에서 30.45 mg%로 두 배 이상 증가하는 것으로 나타났다. 이상의 결과 통메밀 분말 제조를 위한 습식분쇄 시간은 90분이 적절하였으며 통메밀 분말의 경우 메밀껍질의 유효성분의 활용이 가능하였으며 습식분쇄과정을 통한 식감개선이 가능하여 차후 다양한 가공제품으로 활용이 기대된다.

References

1. Lee MH, Son HS, Choi OK, Oh SK, Kwon TB (1994)

- Changes in physico-chemical properties and mineral contents during buckwheat germination. *Korean J Food Nutr*, 7, 267-273
2. Lim KJ, Lim JH, Kim BK, Jeong JW, Kim JC, Lee MH, Cho YS, Jung HY (2009) Optimization of extraction conditions to obtain functional components from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.) sprouts, using response surface methodology. *Korean J Food Preserv*, 16, 734-741
 3. Kim SG, Cho NG, Kim YW (1999) Science of bread and cake. B&C World Co., Seoul, p 51-56
 4. Kim JK, Kim SK (2004) Physicochemical properties of buckwheat starches from different areas. *Korean J Food Sci Technol*, 36, 598-603
 5. Park BJ, Kwon SM, Park JI, Chang KJ, Park CH (2005) Phenolic compounds in common and tartary buckwheat. *J Crop Sci*, 50, 175-180
 6. Jeong CH, Jeong HR, Choi SG, Shim KH, Heo HJ (2011) Neuronal cell protection and antioxidant activities of hot water extract from commercial buckwheat tea. *Korean J Food Preserv*, 18, 358-365
 7. Lee JS, Son HS, Maeng YS, Chang YK, Ju JS (1994) Effects of buckwheat on organ weight, glucose and lipid metabolic in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Nutr*, 27, 819-821
 8. Marshall HG, Pomeranz Y (1982) Buckwheat: Description, Breeding, Production, and Utilization. In *Advances in Cereal Science and Technology*, American Association of Cereal Chemists, Minnesota, USA, p 167
 9. Taira H (1974) Buckwheat. In *Encyclopedia of Food Technology*, Johnson AH and Peterson MP (Editor), Avi Publishing Co, Westport, Connecticut, USA, p 139
 10. Mazza G, Campbell CG (1985) Influence of water activity and temperature on dehulling of buckwheat. *Cereal Chem*, 62, 31
 11. Mazza G (1986) Buckwheat browning and color assessment. *Cereal Chem*, 63, 361
 12. Maeng YS, Park HK, Kwon TB (1990) Analysis of rutin contents in buckwheat and buckwheat foods. *Korean J Food Sci Technol*, 22, 732-737
 13. Yoon BR, Cho BJ, Lee HK, Kim DJ, Rhee SK, Hong HD, Kim KT, Cho CW, Choi HS, Lee BY, Lee OH (2012) Antioxidant and anti-adipogenic effects of ethanolic extracts from tartary and common buckweats. *Korean J Food Preserv*, 19, 123-130
 14. Yoon SJ, Cho NJ, Na SH, Kim YH, Kim YM (2006) Development of optimum rutin extraction process from *Fagopyrum tataricum*. *J East Asian Soc Dietary Life*, 16, 573-577
 15. Do JR, Heo IS, Back SY, Yoon HS, Jo JH, Kim YM, Kim KJ, Kim SK (2006) Antihypertensive, antimicrobial and antifungal activities of buckwheat hydrolysate. *Korean J Food Sci Technol*, 38, 268-272
 16. Sato M, Ramarathnam N, Suzuki Y, Ohkubo T, Takeuchi M, Ochi H (1996) Varietal differences in the phenolic content and superoxide radical scavenging potential of wines from different sources. *J Agric Food Chem*, 44, 37-41
 17. Baek CH, Park NY, Jeong YJ (2010) Monitoring decreases in the patulin level of apple juice using response surface methodology. *Korean J Food Preserv*, 17, 84-90
 18. Kim ST, Jang JH, Kwon JH, Moon KD (2009) Changes in the chemical components of red and white ginseng after puffing. *Korean J Food Preserv*, 16, 355-361
 19. Kim MH, Jang HL, Yoon KY (2012) Changes in physicochemical properties of *Haetsun* vegetables by blanching. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 41, 647-654
 20. Kim JK, Kim SK (2005) Compositions and pasting properties of *Fagopyrum esculentum* and *Fagopyrum tartaricum* endosperm flour. *Korean J Food Sci Technol*, 37, 149-153
 21. Cho SA, Kim SK (2000) Particle size distribution, pasting pattern and texture of gel of acon, mungbean and buckwheat starches. *Korean J Food Sci Technol*, 32, 1291-1297
 22. Yang YH, Oh SH, Kim MR (2007) Effect of size on the physicochemical properties of rice porridge. *Korean J Food Cookery Sci*, 23, 314-320
 23. Shim TH, Lee HH, Lee SY, Choi YS (1998) Composition of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) cultivars from Korea. *Korean J Food Sci Technol*, 30, 1259-1266